

СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ТЕНЗОРА ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ МЕДНОЙ ТОЛСТОСТЕННОЙ ТРУБЫ С УЧЕТОМ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТЖИГА

Шалаева М.С.

Руководитель – профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
г. Екатеринбург, shalaevams@mail.ru

Соотношения компонентов тензора деформации при волочении труб применяются для прогнозирования дефектообразования. Решением задачи предусмотрено проведение двух проходов волочения, причем в одном варианте отжиг между проходами не производится, а во втором варианте – производится. Размеры исходной заготовки: наружный диаметр – 5,16 мм, толщина стенки – 0,91 мм. Размеры заготовки после первого прохода: наружный диаметр – 3,94 мм, толщина стенки – 0,80 мм. Отношение толщины стенки к наружному диаметру – 0,26. Диаметр волокна, применяемой во втором проходе, равен 2,90 мм. Для упрощения задачи автоколебаниями оправки пренебрегли: оправка является неподвижной. Скорость волочения 100 мм/с. Исходя из разности полууглов конусности волокна (12°) и оправки (9°), были приняты следующие показатели трения по Кулону: между металлом и волоком $\mu_v=0,075$, между металлом и оправкой $\mu_o=0,025$. Длина калибрующего пояска волокна в первом и втором проходах составляет 1,5 мм. Длина калибрующего пояска оправки – 1,2 и 1 мм в первом и втором проходах соответственно. Использовались оправки с диаметром бочки равным 3,20 мм и 2,10 мм в первом и во втором проходах соответственно. Коэффициент вытяжки по размерам инструмента равен 1,55. Для решения задачи привлечен программный модуль DEFORM.

В результате решения задачи размеры заготовки после второго прохода:

- В случае отсутствия промежуточного отжига наружный диаметр составляет 2,86 мм, толщина стенки – 0,73 мм. Отношение толщины стенки к наружному диаметру – 0,26. Коэффициент вытяжки – 1,62.
- В случае проведения промежуточного отжига наружный диаметр составляет 2,88 мм, толщина стенки – 0,73 мм. Отношение толщины стенки к наружному диаметру – 0,25. Коэффициент вытяжки – 1,60.

Установлено, что распределение компоненты тензора ϵ_{rr} в готовой трубе оказывается гораздо более однородным в случае проведения промежуточного отжига.

Наиболее значимыми компонентами тензора деформаций для последующего анализа являются $\epsilon_{\phi\phi}$ и ϵ_{rr} , распределение которых приведено на рис.1 и 2.

На рис. 3 приведено рассчитанное геометрическое представление очага деформации.

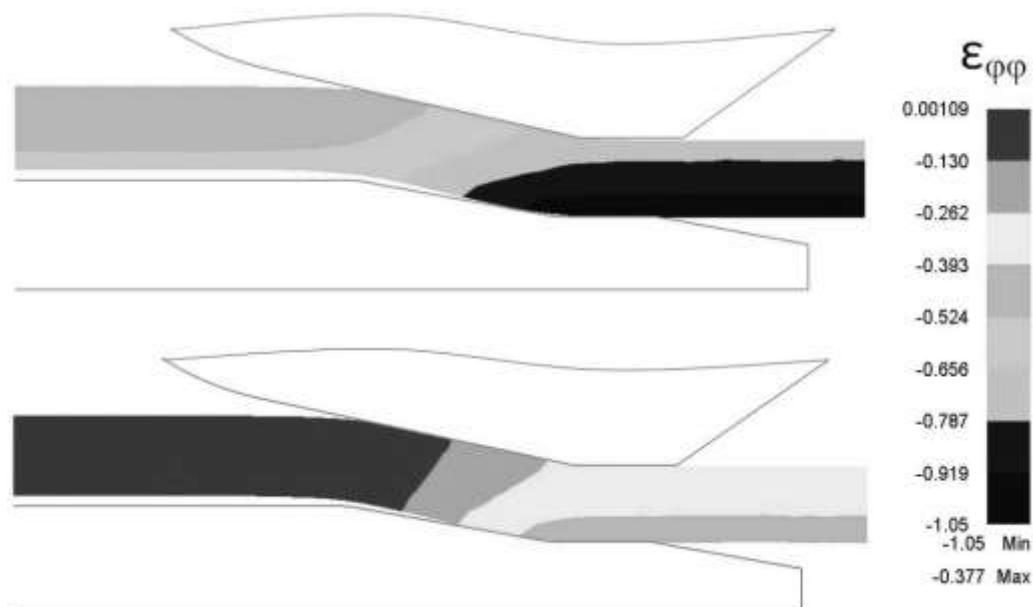


Рис.1. Распределение компоненты тензора деформации $\epsilon_{\phi\phi}$ в очаге деформации при волочении без проведения промежуточного предварительного отжига (вверху) и с проведением его (внизу)

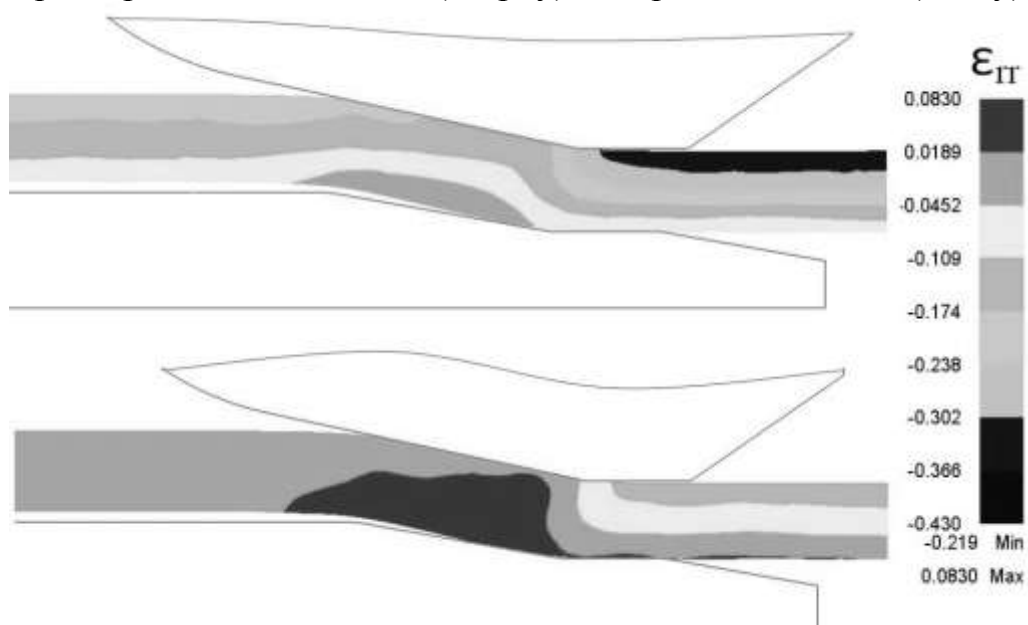


Рис.2. Распределение компоненты тензора деформации ϵ_{rr} в очаге деформации при волочении без проведения промежуточного предварительного отжига (вверху) и с проведением его (внизу)

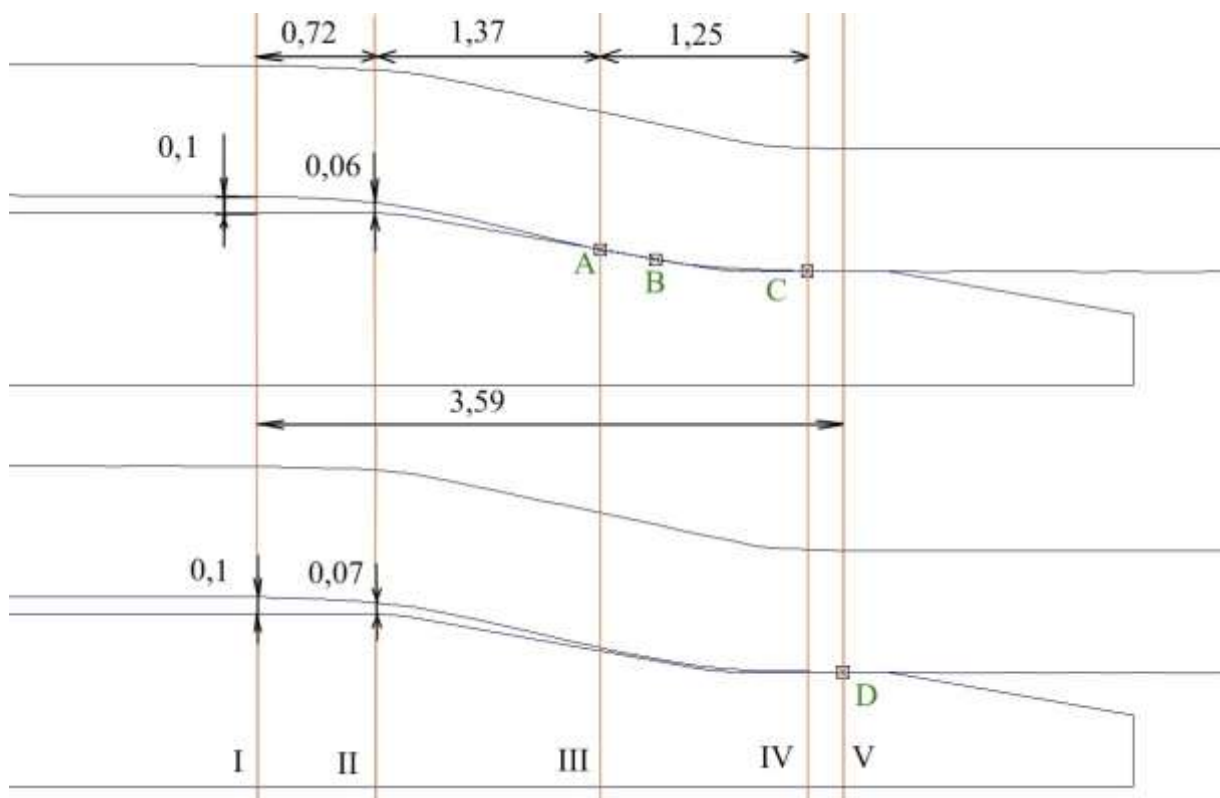


Рис. 3. Очаги деформации при волочении с проведением промежуточного предварительного отжига (вверху) и без проведения его (внизу): т. А и т. D – конец зоны безоправочного волочения, т. В- точка, в которой труба отходит от оправки, т. С – точка касания оправки и трубы.

Расчеты показали, что без применения отжига наружный диаметр трубы оказывается меньше на 0,02 мм, что связано с большим отходом металла от поверхности калибрующего пояска, за счет этого изменяется отношение толщины стенки к наружному диаметру на величину 0,01, а также увеличивается коэффициент вытяжки на величину 0,02.

Установлено, что в общем случае коэффициент вытяжки оказывается больше, чем он установлен по размерам инструмента. Выявлено, что вдоль радиальной координаты (от внутренней поверхности к наружной) деформации $\epsilon_{\phi\phi}$ по модулю уменьшаются, а ϵ_{rr} возрастают.

Волочение без отжига сопровождается большим градиентом и неоднородностью распределения деформаций укорочения (как $\epsilon_{\phi\phi}$, так и ϵ_{rr}).